

ICS 13.060.30
P41

团 体 标 准

T/CAEPI 43—2022

电絮凝法污水处理技术规程

Technical specification of electrocoagulation for polluted water treatment

(发布稿)

2022-03-18 发布

2022-05-01 实施

中 国 环 境 保 护 产 业 协 会 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义 2

4 总体要求 4

5 工艺设计 5

6 主要设备与材料..... 10

7 检测与过程控制..... 11

8 电气要求 11

9 劳动安全与职业卫生..... 12

10 施工与验收 12

11 运行与维护..... 13

前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国水污染防治法》等法律法规，规范电絮凝法污水处理技术的设计与应用，促进水处理的技术进步，制定本标准。

本标准规定了电絮凝法污水处理技术的设计、施工、运行及维护的要求。

本标准为首次发布。

本标准由中国环境保护产业协会组织制订。

本标准起草单位：清华大学、北京京润环保科技股份有限公司、北京国环清华环境工程设计院有限公司、北京京创净源环境技术研究院有限公司、北京泷涛环境科技有限公司、北京万诺生态科技有限公司。

本标准起草人：周律、张泽瀚、肖东、陈宝生、金志娜、白昱、张鸿涛、张丽萍、马可可、邸振华、曹智、黄守斌、陈兆林、顾华、周有、潘涛、骆坚平、罗莉涛、陈明如。

本标准由中国环境保护产业协会 2022 年 3 月 18 日批准。

本标准自 2022 年 5 月 1 日起实施。

本标准由中国环境保护产业协会负责管理，由起草单位负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门（北京市西城区扣钟北里甲 4 楼，邮编 100037）。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

电絮凝法污水处理技术规程

1 范围

本标准规定了电絮凝法污水处理技术的术语和定义、总体要求、工艺设计、主要设备与材料、检测与过程控制、电气要求、劳动安全与职业卫生、施工与验收、运行与维护等内容。

本标准适用于中小规模城镇污水、农村污水处理工程中电絮凝法污水处理技术的设计、施工、验收、运行与维护，也适用于其他相似水质的电絮凝水处理工程，如受污染地表水、受污染地下水等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 3797	电气控制设备
GB/T 3805	特低电压（ELV）限值
GB/T 4208	外壳防护等级（IP 代码）
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB/T 34039	远程终端单元（RTU）技术规范
GB 50013	室外给水设计标准
GB 50014	室外排水设计标准
GB 50016	建筑设计防火规范
GB/T 50046	工业建筑防腐蚀设计标准
GB 50053	20 kV 及以下变电所设计规范
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 50069	给水排水工程构筑物结构设计规范
GB 50141	给水排水构筑物工程施工及验收规范
GB 50204	混凝土结构工程施工质量验收规范
GB 50212	建筑防腐蚀工程施工规范

GB 50217	电力工程电缆设计标准
GB 50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB 50235	工业金属管道工程施工规范
GB 50268	给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50275	风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
GB 50726	工业设备及管道防腐蚀工程施工规范
GB 50727	工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范
CJ/T 51	城镇污水水质标准检验方法
CJJ 60	城市污水处理厂运行、维护及安全技术规程
CJJ/T 120	城镇排水系统电气与自动化工程技术标准
HG/T 20507	自动化仪表选型设计规范
HJ/T 91	地表水和污水监测技术规范
HJ/T 267	环境保护产品技术要求 电凝聚处理设备
HJ 978	排污许可证申请与核发技术规范 水处理（试行）
HJ 2006	污水混凝与絮凝处理工程技术规范
NB/T 47003.1	钢制焊接常压容器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

电絮凝法污水处理 electrocoagulation for polluted water treatment

以金属作为阳极和阴极，通以直流电进行电解，金属阳极在电流的作用下，溶出金属阳离子，形成具有良好絮凝作用的聚合物和多核羟基配合物，吸附、凝聚水中的污染物质，再通过固液分离实现污水处理。一般包括电絮凝接触单元、电絮凝反应单元、固液分离单元、污泥处理单元等。

3.2

电极 electrodes

置于电絮凝接触单元中，与电源连接后可在水中发生氧化还原反应，并在阳极溶出阳离子形成具有良好絮凝作用的聚合物和多核羟基配合物，常用的电极材料为铝或铁。

3.3

电极连接方式 electrode connection

电极与电源、各电极之间的连接方式，常见的有单极并联和复极串联。

3.3.1

单极并联 monopolar electrodes in parallel connection

电源的正极、负极与各电极交替连接，内部电极间无连接。

3.3.2

复极串联 bipolar electrodes in series connection

电源的正极、负极仅与两端的电极连接，内部电极间无连接。

3.4

电极间距 distance of electrodes

相邻电极表面间的距离，单位为 cm。

3.5

电极数量 number of electrodes

电絮凝接触单元中电极的总片（个）数。

3.6

电极有效面积 effective area of electrodes

阳极与水接触的面积，单位为 m^2 。

3.7

总电极有效面积 total effective area of electrodes

电絮凝接触单元中电极有效面积之和，单位为 m^2 。

3.8

电絮凝接触时间 contact time of electrodes

通电状态下，待处理水在电絮凝接触单元的水力停留时间，单位为 h。

3.9

电极钝化 electrode passivation

电极表面生成低导电性的化合物，导致阳极溶出离子速度减慢的现象。

3.10

电流密度 current density

电荷流动的密度，即单位电极有效面积传输的电流，单位为 A/m^2 。

3.11

脉冲电流 pulse current

按某一频率快速变化, 表现为周期性起伏的冲击电流, 由基准值变为较高或较低的值, 之后又快速回到基准值, 单位为 A。

3.12

脉冲频率 pulse frequency

单位时间内脉冲电流的重复次数, 单位为 Hz。

3.13

占空比 duty ratio

采用脉冲电源时, 单位时间内通电时间所占的比例。

3.14

倒极 pole changing

周期性改变电源的输电方向, 即倒极前的正极变为倒极后的负极, 倒极前的负极变为倒极后的正极。

3.15

倒极周期 pole changing cycle

两次相邻倒极的时间间隔, 也称倒极时间, 单位为 min。

4 总体要求

4.1 电絮凝法污水处理技术(以下简称“电絮凝”)既可用于污水处理中生化处理的预处理, 也可用于污水深度处理。

4.2 电絮凝的构筑物或设备的规模应根据最大设计污水处理量确定。

4.3 电絮凝处理水的 pH 值范围为 6~9, 采用铝电极时 pH 值宜为 7~8, 采用铁电极时 pH 值宜为 7~9, 若 pH 值超出相应范围, 宜加入酸(或碱)调节进水 pH 值至电极材料的适用范围, 调节过程中主要设备及运行参数应符合 HJ 2006 中的相关要求。

4.4 电絮凝处理水的温度应与整体处理工艺相适应, 当待处理水的温度小于 10 °C 时, 可适当调整电流密度、电极间距等参数。

4.5 电絮凝与其他水处理技术联合使用时, 在高程布置上各构筑物之间的水流宜采用重力流。

4.6 电絮凝的构筑物或设备、连接管道及搅拌装置等应考虑必要的防冻、防腐措施。

4.7 电絮凝的固液分离宜使用沉淀的形式完成, 沉淀后的污泥进行脱水处理, 脱水后按照国家相关要求进行处理。

5 工艺设计

5.1 一般规定

5.1.1 电絮凝适宜处理的污染物主要为悬浮颗粒、胶体颗粒，对溶解性污染物，如磷等，也有一定的去除效果。

5.1.2 当待处理水的砂粒含量较高时，电絮凝接触单元应设置预处理设施，按照 GB 50014 的相关内容执行。

5.1.3 当处理规模较小时，各处理单元宜集成并采取成套设备。当处理规模较大时，各处理单元宜采取钢筋混凝土构筑物。

5.1.4 采用电絮凝的厂站的布置、结构、防洪、消防、环保等设计应按照 GB 12348、GB 50014、GB 50069、GB 50016 等相关内容执行。

5.1.5 电絮凝技术流程见图 1。

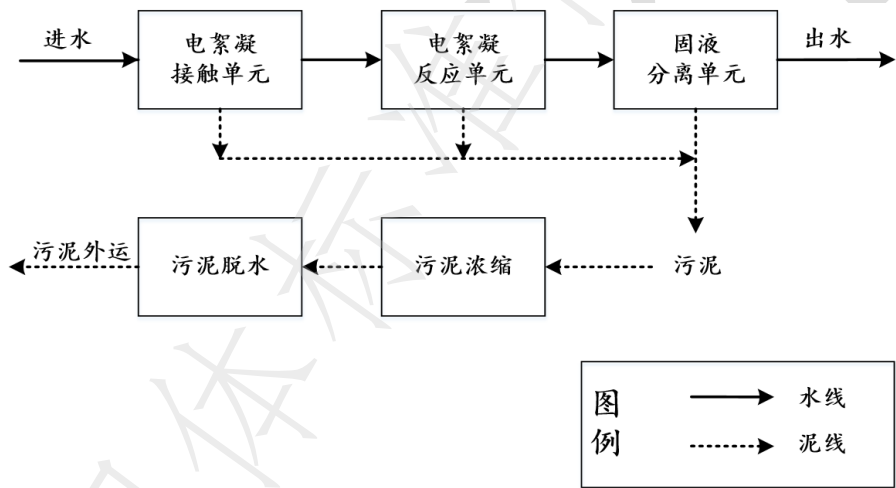


图1 电絮凝技术流程图

5.2 电絮凝接触单元

5.2.1 一般规定

5.2.1.1 电极应便于更换，宜采用平行布置的方式。

5.2.1.2 阴极与阳极在形状、面积上应相同。

5.2.1.3 电极间距可为 1.0 cm~3.0 cm，当待处理水的电导率较大时，可采用较大的电极间距；当待处理水的电导率较小时，应采用较小的电极间距。当待处理水的温度小于 10 ℃时，可适当缩小电极间距。

5.2.1.4 水流宜平行经过各极板。

5.2.1.5 电极连接方式宜采用单极并联，也可采用复极串联。

5.2.1.6 电极形状宜为板形，宜采用模块化电极，模块化电极可由多片（个）电极极板构成。电极的更换周期宜大于一年。当采用其他形式的电极时，若工作原理与板形电极相同，可参考本标准提出的相关技术要求执行。

5.2.1.7 电极材料宜为铝、铁。

5.2.1.8 电流密度设计值可为 $10 \text{ A/m}^2 \sim 50 \text{ A/m}^2$ ，运行时宜为 $20 \text{ A/m}^2 \sim 25 \text{ A/m}^2$ ；电流密度在运行时可根据实际的 pH 值、温度和水的紊动程度或流动状态，在设计值的范围内进行调整。当待处理水的温度小于 10°C 时，可适当增大电流。

5.2.1.9 电源宜选用脉冲直流电源或直流电源，并应具有恒流或恒压的输出功能。

5.2.1.10 电源应具有过流、过热、欠压、缺相、短路等的自动保护功能。

5.2.1.11 电源应具备倒极功能，应具备耐受系统倒极时负载突变的能力，倒极时间调节范围宜为 $5 \text{ min} \sim 60 \text{ min}$ 。

5.2.1.12 脉冲直流电源输出脉冲频率不宜超过 10 kHz ，占空比调节范围应为 $0 \sim 1.0$ 。

5.2.1.13 电源宜采用安全电压，应符合 GB/T 3805 的规定。

5.2.1.14 电源应设置工作和事故状态的检测装置。

5.2.1.15 可采用脉冲电源、倒极等措施缓解电极出现的极化、钝化现象，脉冲频率宜为 $500 \text{ Hz} \sim 2000 \text{ Hz}$ ，占空比宜为 $0.3 \sim 0.7$ ，倒极时间宜为 $5 \text{ min} \sim 20 \text{ min}$ 。

5.2.2 电絮凝接触单元容积

电絮凝接触单元容积的计算见式（1）、（2）、（3）。

$$V = V_1 + V_2 \quad (1)$$

$$V_1 = Q \times T \quad (2)$$

$$V_2 = \frac{N \times F_0 \times \delta}{1000} \quad (3)$$

式中：

V ——电絮凝接触单元容积， m^3 ；

V_1 ——电絮凝接触单元的有效容积， m^3 ；

V_2 ——总电极体积， m^3 ；

Q ——设计流量， m^3/h ；

T ——电絮凝接触时间，即待处理水在电絮凝接触单元的停留时间，宜取为 $0.1 \text{ h} \sim 0.2 \text{ h}$ ；

N ——极板数量，片（个）；

F_0 ——电极有效面积， m^2 ；

δ ——电极厚度，宜取为 5 mm~10 mm。

5.2.3 电极电流的确定

电极电流与待处理水中絮凝离子的浓度的关系见式（4）。

$$I = \frac{K \times m \times Q}{\alpha \times r} \quad (4)$$

式中：

I ——电极电流，A；

K ——比例常数，采用铝电极时 $K=1.24 \times 10^{-1} \text{ A} \cdot \text{d/g}$ 、采用铁电极时 $K=3.99 \times 10^{-2} \text{ A} \cdot \text{d/g}$ ；

m ——絮凝离子浓度，采用铝电极时 $m=0.5 \text{ mg/L} \sim 2.0 \text{ mg/L}$ ，采用铁电极时 $m=1.0 \text{ mg/L} \sim 3.0 \text{ mg/L}$ ；

Q ——设计流量， m^3/d ；

α ——絮凝离子的产率系数，采用铝电极时 $\alpha=0.7 \sim 0.9$ ，采用铁电极时 $\alpha=0.6 \sim 0.8$ ，电极极化与钝化现象严重时应取低值，电极极化与钝化现象较轻时应取高值；

r ——占空比，采用脉冲电源时 $r=0.3 \sim 0.7$ ，采用非脉冲电源时 $r=1.0$ 。

5.2.4 总电极有效面积

总电极有效面积应依据电极电流和电流密度进行计算，见式（5）。

$$F = \frac{I}{i} \quad (5)$$

式中：

F ——总电极有效面积， m^2 ；

I ——电极电流，A；

i ——电流密度， A/m^2 。

5.2.5 极板数量

极板数量应依据总电极有效面积和电极有效面积进行计算，见式（6）。

$$N = 2 \times \frac{F}{F_0} + 1 \quad (6)$$

式中：

N ——极板数量，片（个）；

F ——总电极有效面积， m^2 ；

F_0 ——电极有效面积， m^2 。

5.2.6 电极电压的确定

5.2.6.1 电极对间的电压

电极对间的电压，即两相邻电极间的压降，计算见式（7）、（8）、（9）。

$$U_0 = E_0 + \eta + \left(\frac{d}{100\kappa} \right) \cdot I_0 \quad (7)$$

当电极以单极并联方式连接时：

$$I_0 = \frac{I}{N-1} \quad (8)$$

当电极以复级串联方式连接时：

$$I_0 = I \quad (9)$$

式中：

U_0 ——电极对间的电压，V；

E_0 ——理论分解电压，采用铝电极时应为 1.7 V，采用铁电极时应为 0.5 V；

η ——超电势，包括阳极超电势与阴极超电势，可为 1.5 V~2.5 V；

d ——电极间距，cm；

κ ——待处理水的电导率，S/m；

I ——电极电流，A；

I_0 ——电极对间电流，A；

N ——极板数量，片（个）。

5.2.6.2 电极电压

（1）当电极以单极并联方式连接时，计算见式（10）。

$$U = U_0 \quad (10)$$

式中:

U ——电极电压, V;

U_0 ——电极对间的电压, V。

(2) 当电极以复极串联方式连接时, 计算见式 (11)。

$$U = (N - 1) \cdot U_0 \quad (11)$$

式中:

U ——电极电压, V;

N ——极板数量, 片 (个);

U_0 ——电极对间的电压, V。

5.2.7 电絮凝电源

应根据 5.2.3 和 5.2.6 计算结果选择电絮凝电源参数, 计算见式 (12)、(13)。

$$I_{\text{额}} = F_{\text{安}} \times I \quad (12)$$

$$U_{\text{额}} = F_{\text{安}} \times (U + I \times R_{\text{线路}}) \quad (13)$$

式中:

$I_{\text{额}}$ ——电絮凝电源额定输出电流, A;

$F_{\text{安}}$ ——安全系数, 宜为 1.1~1.3;

$U_{\text{额}}$ ——电絮凝电源额定输出电压, V;

$R_{\text{线路}}$ ——电絮凝电源与电极间供电线路的电阻, Ω 。

5.3 电絮凝反应单元

5.3.1 应设置搅拌装置, 可采用水力搅拌、机械搅拌或空气搅拌等方式, 以铁为电极材料时宜采用空气搅拌。

5.3.2 搅拌的速度梯度 G 值应控制在 $70 \text{ s}^{-1} \sim 20 \text{ s}^{-1}$ 之间, GT 值可为 $10^4 \sim 10^5$, 其他主要运行参数参照 HJ 2006 中的相关要求。

5.4 固液分离单元

固液分离采用沉淀的方式，主要设计参数可参照 HJ 2006 中的相关要求。

5.5 污泥处理单元

5.5.1 待处理污泥量应根据设计流量、悬浮物浓度、絮凝离子浓度等参数进行计算。有条件时应结合试验结果等进行确定。

5.5.2 待处理污泥量的计算，见式（14）。

$$S = \frac{(C_i - C_0 + K_{\text{泥}} \times m) \times Q \times 10^{-6}}{1 - \eta} \quad (14)$$

式中：

S ——待处理污泥量，t/d。

C_i ——进水的悬浮物浓度，mg/L；

C_0 ——出水的悬浮物浓度，mg/L；

$K_{\text{泥}}$ ——絮凝离子转化成泥量的系数，当采用铝电极时 $K_{\text{泥}}=5.78$ ，当采用铁电极时 $K_{\text{泥}}=1.90$ ；

m ——絮凝离子浓度，当使用铝电极时以 Al 计，当使用铁电极时以 Fe 计，mg/L；

Q ——设计流量，m³/d；

η ——含水率，不同阶段的污泥含水率：排泥水中的含水率为 99.0%~99.9%，浓缩处理后的含水率为 97%~98%；

5.5.3 污泥处理的工艺流程应根据污水处理厂（站）所采用的工艺等确定，具体技术要求按照 GB 50013、HJ 2006 中的规定执行。当电絮凝技术结合其他水处理技术共同使用时，产生的污泥可与其他水处理技术产生的污泥合并处理。

6 主要设备与材料

6.1 池体可采用钢结构或钢筋混凝土结构。处理规模较小时，宜采用钢结构罐体，加工要求可参照 NB/T 47003.1 和 HJ/T 267 的相关规定；处理规模较大时，宜采用钢筋混凝土池体。

6.2 电絮凝技术相关设施或设备的防腐设计及施工应满足 GB 50726 及 GB/T 50046 的要求。

6.3 各单元建（构）筑物池体以及所采用的材料、设备与连接管道应具有相应的耐酸碱腐蚀和抗氧化腐蚀能力。当所用药剂腐蚀性不强时，可采用耐酸水泥砂浆。当所用药剂腐蚀性较

强时，可采用涂衬环氧玻璃钢、辉绿岩、耐酸胶泥贴瓷砖或聚氯乙烯板等。

6.4 污水输送管道和管件可采用防腐的金属、聚乙烯、聚丙烯或聚氯乙烯材质。药液输送管应设置必要的过滤器，防止计量泵和管路堵塞。电絮凝技术系统的其他要求，可参照 HJ 2006 的相关要求执行。

7 检测与过程控制

7.1 一般规定

7.1.1 检测仪表和自动化控制系统应保证电絮凝设施（设备）的运行安全可靠，利于运行，可改善劳动条件，提高科学管理水平，并且宜结合信息化和智能化的技术。

7.1.2 检测和控制系統宜结合现有工艺以及新建和规划的要求进行配置。

7.2 检测

7.2.1 电絮凝设施（设备）宜设置自动化仪表和控制系统。

7.2.2 电絮凝设施（设备）宜在进口处设置 pH 值、流量、电导率等在线测定仪表。

7.3 过程控制

7.3.1 在满足电絮凝设施（设备）技术控制条件的基础上，可根据处理规模、工艺组合特点、运行管理要求等，选择合理的控制系统。

7.3.2 采用成套设备时，成套设备自身的控制宜与污水处理厂（站）设置的控制系统相结合。

7.3.3 自动控制系统应符合 CJJ/T 120 及 HG/T 20507 的规定，同时应具备手动控制的功能。

7.3.4 无人值守的装置宜增设远程检测与控制系统，安装与运行应符合 GB/T 34039 的相关规定。

8 电气要求

8.1 供电系统

8.1.1 供电负荷应包括在污水处理厂（站）用电负荷内。

8.1.2 中央控制室的仪表电源应配备在线式不间断供电电源设备（UPS）。

8.1.3 宜采用三相五线制接地系统（TN-S），应符合 GB 50057 的规定。

8.2 低压配电

8.2.1 变电所低压配电室的配电设备布置应符合GB 50053的规定。

8.2.2 电气柜防护等级应符合GB/T 4208的要求，电气元器件选择、内外布线、安全接地保护、设备短路保护、过载保护、绝缘电阻值均应符合GB/T 3797的要求。

8.2.3 电线、电缆选择应符合 GB 50217 的要求。

8.3 防雷设计

电絮凝污水处理工程构筑物（设备）宜按照第三类防雷保护设计，接地装置的布置应符合 GB 50057 的规定。

9 劳动安全与职业卫生

9.1 生产过程应设置相应的安全卫生措施，并符合GB 12801的规定。

9.2 污水处理厂（站）应建立健全安全生产规章制度，专人专职负责具体监督防范，确保正常生产和人员安全。

10 施工与验收

10.1 采用电絮凝技术的构筑物（设备）的施工安装及验收应符合GB 50231的规定。

10.2 管道工程的施工和验收应符合GB 50268的规定；混凝土结构工程的施工和验收应符合GB 50204的规定；构筑物的施工和验收应符合GB 50141的规定。有防腐要求的管道、设备和建（构）筑物，还应符合GB 50235、GB 50275、GB 50726、GB 50727、GB/T 50046和GB 50212的相关规定。

10.3 采用电絮凝技术的构筑物（设备）施工安装完成后，应按GB 50141的规定进行功能性试验，地面以下渗水量应符合规定要求，最大不得超过 $2.0 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

10.4 采用电絮凝技术的构筑物或设备的调试过程可分为设备单机调试、清水调试、系统联动调试，调试前应编制调试方案。单机调试前应做好应急预案。清水调试过程应在设计要求的检查电絮凝设施（设备）的运行状况，有条件时可与功能性试验一并进行。系统联动调试应在设计条件下检查电絮凝设施（设备）和其自控系统性能，并模拟设计工况试运行。

10.5 采用电絮凝技术的构筑物（设备）验收前应进行试运行，测定设施的技术数据和经济指标数据，填写试运行记录。试运行记录可作为环境保护验收的技术支持文件，试运行记录应包括下列内容：

a) 考核各构筑物是否达到设计负荷等要求；

- b) 测试并计算各构筑物（设备）的工艺参数；
- c) 测定污泥产量、含水率及灰分；
- d) 统计进出水量、用电量和各分项用电量；
- e) 污染物的去除效率及电耗等技术经济指标的测定和计算，可按照HJ/T 267执行。

11 运行与维护

11.1 一般规定

11.1.1 采用电絮凝技术的污水处理厂（站）正常运行检测的项目和周期应符合 CJJ 60 的规定，检测方法应符合 CJ/T 51 和 HJ/T 91 的规定。

11.1.2 采用电絮凝技术的构筑物（设备）的运行、维护及安全管理应参照CJJ 60和HJ 978执行。

11.1.3 采用电絮凝技术的构筑物（设备）的运行管理应配备专业的人员和设备。

11.1.4 采用电絮凝技术的构筑物（设备）在运行前应制定设备台帐、运行记录、定期巡视、交接班、安全检查等管理制度，以及各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等技术文件。

11.1.5 操作人员应熟悉电絮凝技术的指标和设施、设备的运行要求，操作人员经技术培训和生产实践，合格后方可上岗。

11.1.6 各岗位的工艺系统图、操作和维护规程等应示于明显部位。

11.1.7 采用电絮凝技术的设施和主要设备应编入台帐，应定期对各类构筑物（设备）进行检修维护。

11.1.8 运行中应严格执行经常性和定期的安全检查，及时消除事故隐患，防止事故发生。

11.1.9 各岗位人员在运行、巡视、检修、交接班等生产活动中，应做好相关记录。

11.2 运行与维护

11.2.1 水质检测应由污水处理厂（站）化验室统一负责。检测人员应经培训后持证上岗，并定期进行考核和抽检。

11.2.2 水质检测人员应定期检测进出水水质，并对检测仪器、仪表进行校验。

11.2.3 主要水质检测项目应依据工艺的具体要求确定，宜包含砂粒的相对密度与粒径、温度、COD、SS、总磷、pH 值等。

11.2.4 操作人员应严格执行设备操作规程，定时巡视设备运转是否正常，包括温升、噪声、振动、电压、电流等，发现问题应及时检查排除，并做好设备维修保养记录。

11.2.5 操作人员日常应定期巡检电极、搅拌机、水泵、搅拌轴及叶轮等部件是否正常。

11.2.6 操作人员应定期观测计量仪表显示是否正确。

11.2.7 操作人员应定期检查控制设备是否运行正常。

11.2.8 操作人员应定期检查电絮凝构筑物（设备）、水泵及管道系统是否有积泥现象，必要时应进行排泥。
